

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-022779

(43)Date of publication of application : 23.01.2002

(51)Int.Cl.

G01R 21/00

(21)Application number : 2000-210972

(71)Applicant : MURATA MFG CO LTD

(22)Date of filing : 12.07.2000

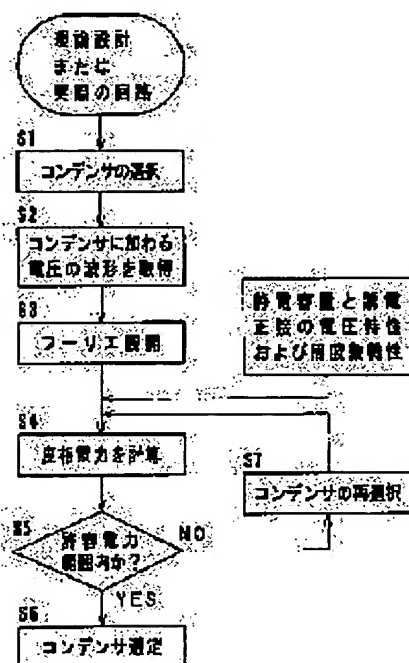
(72)Inventor : YAMADA HIROHISA
YAMAOKA OSAMU

(54) METHOD OF COMPUTING APPARENT POWER ON CAPACITOR, METHOD OF MEASURING APPARENT POWER PASSING THROUGH CAPACITOR, METHOD OF SELECTING CAPACITOR AND RECORDING MEDIUM FOR RECORDING COMPUTING PROGRAM FOR APPARENT POWER ON CAPACITOR

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a method of computing apparent power on a capacitor for finding the apparent power passing through the capacitor without measuring a self-heating temperature of the capacitor, a method of measuring the apparent power passing through the capacitor, a method of selecting the capacitor, and a recording medium for recording a computing program for the apparent power on the capacitor.

SOLUTION: In Step S2, the waveform of a cyclic pulse voltage $V(t)$ applied to the ceramic capacitor is set. In Step S3, the waveform of the cyclic pulse voltage $V(t)$ applied at both ends of the ceramic capacitor is Fourier-developed. Namely, the pulse voltage $V(t)$ is Fourier-developed into sine and cosine wave series of high-order frequency components. Then, in Step S4, the apparent power P_a passing through the ceramic capacitor is computed. The apparent power P_a is found from the sum of apparent power P_{an} in each harmonic.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

26.08.2002

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision]

of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

?

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開 2002-22779

(P 2002-22779 A)

(43) 公開日 平成14年1月23日 (2002. 1. 23)

(51) Int. Cl. 7

識別記号

F I

テーマコード* (参考)

G O I R 21/00

G O I R 21/00

K

審査請求 未請求 請求項の数 5

O L

(全 7 頁)

(21) 出願番号 特願2000-210972 (P2000-210972)

(22) 出願日 平成12年7月12日 (2000. 7. 12)

(71) 出願人 000006231

株式会社村田製作所

京都府長岡京市天神二丁目26番10号

(72) 発明者 山田 裕久

京都府長岡京市天神二丁目26番10号 株式

会社村田製作所内

(72) 発明者 山岡 修

京都府長岡京市天神二丁目26番10号 株式

会社村田製作所内

(74) 代理人 100091432

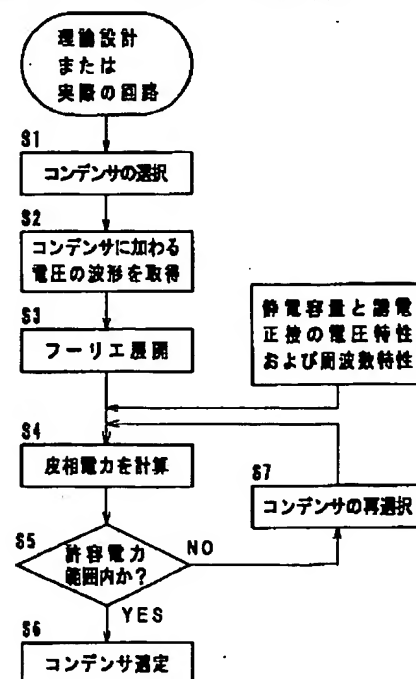
弁理士 森下 武一

(54) 【発明の名称】 コンデンサに関する皮相電力の計算方法、コンデンサを通過する皮相電力の測定方法、コンデンサ選定方法およびコンデンサに関する皮相電力の計算プログラムを記録した記録媒体

(57) 【要約】

【課題】 コンデンサの自己発熱温度を測定しなくても、コンデンサを通過する皮相電力を求めることができるコンデンサに関する皮相電力の計算方法、コンデンサを通過する皮相電力の測定方法、コンデンサ選定方法およびコンデンサに関する皮相電力の計算プログラムを記録した記録媒体を提供する。

【解決方法】 ステップS2で、セラミックコンデンサに加わる周期性パルス電圧V(t)の波形を設定する。次に、ステップS3で、セラミックコンデンサの両端に加わる周期性パルス電圧V(t)の波形をフーリエ展開する。つまり、パルス電圧V(t)を、高次の周波数成分の正弦波と余弦波の級数にフーリエ展開する。次に、ステップS4で、セラミックコンデンサを通過する皮相電力Paを計算する。皮相電力Paは、各高調波における皮相電力Pa_nの総和で求められる。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 コンデンサ両端に加わる周期性パルス電圧の波形と、前記コンデンサの静電容量および誘電正接とから、前記コンデンサを通過する皮相電力を算出することを特徴とするコンデンサに関する皮相電力の計算方法。

【請求項 2】 前記コンデンサ両端に加わる周期性パルス電圧波形をフーリエ展開し、各高調波毎に前記コンデンサの静電容量および誘電正接を用いて皮相電力を求め、該皮相電力の総和から前記コンデンサを通過する皮相電力を算出することを特徴とする請求項 1 記載のコンデンサに関する皮相電力の計算方法。

【請求項 3】 周期性パルス電圧をコンデンサに印加して、該コンデンサ両端に加わる周期性パルス電圧の波形を測定し、測定した前記周期性パルス電圧の波形から、請求項 1 または請求項 2 記載のコンデンサに関する皮相電力の計算方法を用いて前記コンデンサを通過する皮相電力を算出することを特徴とするコンデンサを通過する皮相電力の測定方法。

【請求項 4】 コンデンサ両端に加わる周期性パルス電圧の波形と、前記コンデンサの静電容量および誘電正接とから、前記コンデンサを通過する皮相電力を算出し、該皮相電力に基づいて前記コンデンサの使用可否判定をすることを特徴とするコンデンサ選定方法。

【請求項 5】 コンピュータによってコンデンサに関する皮相電力を計算するためのプログラムを記録した記録媒体において、コンデンサの品名とコンデンサ両端に加わる周期性パルス電圧の波形とが入力されたときに、前記周期性パルス電圧の波形と前記コンデンサの静電容量および誘電正接とから、前記コンデンサを通過する皮相電力を算出し、該コンデンサの使用可否判定をするプログラムが記録されていることを特徴とするコンデンサに関する皮相電力の計算プログラムを記録した記録媒体。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、コンデンサを通過する皮相電力の計算方法、コンデンサを通過する皮相電力の測定方法、コンデンサ選定方法およびコンデンサを通過する皮相電力の計算プログラムを記録した記録媒体に関する。

【0002】

【従来の技術】 従来より、コンデンサは、スイッチング電源のスナバ回路やカラーテレビの水平共振回路のように正弦波以外の任意の周期性パルス電圧が加わる電気回路に使用されている。この場合、誘電損による自己発熱に起因するコンデンサの故障（寿命の短命化や熱暴走による破壊など）を防止するため、コンデンサの許容電力を規定して、発熱を許容値以下にする必要がある。通常、許容電力には、測定の容易な皮相電力が用いられ

る。皮相電力は、（コンデンサに加わる電圧の実効値）×（コンデンサに流れる電流の実効値）で求め、コンデンサに加わる電圧の波形が正弦波の場合には、比較的簡単に測定することができる。

【0003】 しかしながら、正弦波以外の任意の周期性パルス電圧がコンデンサに加わる場合には、コンデンサに加わる電圧の実効値やコンデンサに流れる電流の実効値を測定することが困難である。

【0004】 このため、従来は、実際の回路にコンデンサを実装して該コンデンサの自己発熱温度を測定し、この発熱温度と等しくなる正弦波の電圧および電流から皮相電力を求めていた。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】 しかし、コンデンサの自己発熱温度から皮相電力を求める従来の方法には、以下に挙げる不具合があった。

【0006】 （1）被測定コンデンサ以外の電子部品の発熱や測定用熱電対を通しての放熱などの測定環境が大きく影響し、正確にコンデンサの自己発熱温度を測定することが困難である。特に、近年はチップ積層セラミックコンデンサに代表される小型のコンデンサが増えており、測定の難易度が高まっている。

（2）回路の設計変更などで電圧波形が変わった場合には、再度、測定し直す必要がある。

（3）コンデンサの自己発熱温度測定作業そのものが煩雑である。

【0007】 そこで、本発明の目的は、コンデンサの自己発熱温度を測定しなくても、コンデンサを通過する皮相電力を求めることができるコンデンサに関する皮相電力の計算方法、コンデンサを通過する皮相電力の測定方法、コンデンサ選定方法およびコンデンサを通過する皮相電力の計算プログラムを記録した記録媒体を提供することにある。

【0008】

【課題を解決するための手段】 以上の目的を達成するため、本発明に係るコンデンサに関する皮相電力の計算方法は、コンデンサ両端に加わる周期性パルス電圧の波形と、コンデンサの静電容量および誘電正接とから、コンデンサを通過する皮相電力を算出することを特徴とする。より具体的には、コンデンサ両端に加わる非正弦波の周期性パルス電圧波形をフーリエ展開し、各高調波毎にコンデンサの静電容量および誘電正接を用いて皮相電力を求め、該皮相電力の総和からコンデンサを通過する皮相電力を算出する。

【0009】 また、本発明に係るコンデンサを通過する皮相電力の測定方法は、周期性パルス電圧をコンデンサに印加して、該コンデンサ両端に加わる周期性パルス電圧の波形を測定し、測定した周期性パルス電圧の波形から、前述の特徴を有するコンデンサに関する皮相電力の計算方法を用いてコンデンサを通過する皮相電力を算出

することを特徴とする。

【0010】また、本発明に係るコンデンサ選定方法は、コンデンサ両端に加わる周期性パルス電圧の波形と、コンデンサの静電容量および誘電正接とから、コンデンサを通過する皮相電力を算出し、該皮相電力に基づいてコンデンサの使用可否判定をすることを特徴とする。

【0011】さらに、また、本発明に係るコンデンサに関する皮相電力の計算プログラムを記録した記録媒体は、コンデンサの品名とコンデンサ両端に加わる周期性パルス電圧の波形とが入力されたときに、周期性パルス電圧の波形とコンデンサの静電容量および誘電正接とから、コンデンサを通過する皮相電力を算出し、該コンデンサの使用可否判定をするプログラムが記録されていることを特徴とする。

【0012】

【作用】以上の方法により、コンデンサの自己発熱温度の測定、あるいは、コンデンサに加わる電圧の実効値やコンデンサに流れる電流の実効値を用いた計算をしなくても、コンデンサを通過する皮相電力が得られる。

【0013】

【発明の実施の形態】以下、本発明に係るコンデンサに関する皮相電力の計算方法、コンデンサを通過する皮相電力の測定方法、コンデンサ選定方法およびコンデンサを通過する皮相電力の計算プログラムを記録した記録媒体の実施の形態について添付の図面を参照して説明す *

$$V(t) = V_0 + \sum \{ a_n \cos(n\omega t) + b_n \sin(n\omega t) \} \dots (1)$$

ω : 周期性パルス電圧 $V(t)$ の角速度

a_n : n 次の余弦波の項の振幅

b_n : n 次の正弦波の項の振幅

V_0 : 直流成分

【0019】次に、ステップS4で、セラミックコンデンサを通過する皮相電力 P_a を計算する。一般に、コンデンサを高周波の正弦波電圧が加わる回路に使用する場※

$$\tan \delta = \frac{r}{1/\omega c} = \omega c r$$

$$Z = \sqrt{r^2 + \left(\frac{1}{\omega c}\right)^2} = \sqrt{\frac{(\omega c r)^2 + 1}{(\omega c)^2}} = \frac{1}{\omega c} \sqrt{1 + (\tan \delta)^2} \dots (2)$$

【0021】一方、コンデンサに加わる電圧を V (V)、コンデンサに流れる電流を I (A) とすれば、皮相電力 P_a (VA) は以下の (3) 式で表される。

$$P_a = V \cdot I = V \cdot (V/Z) = V^2/Z \dots (3) \quad \star$$

$$P_a = \frac{V^2}{Z} = \frac{V^2}{\frac{1}{\omega c} \sqrt{1 + (\tan \delta)^2}} = \frac{\omega c V^2}{\sqrt{1 + (\tan \delta)^2}} \dots (4)$$

【0024】ここで、(1) 式において、 n 次の高調波成分の電圧の実効値を V_{rms} とすれば、余弦波の項と正弦波の項は独立であるから、以下の (5) 式および (6) 式が得られる。但し、(5) 式および (6) 式に

＊る。

【0014】図1は、コンデンサを通過する皮相電力の測定方法およびコンデンサ選定方法の一実施形態を示すフローチャートである。図1に示すように、まず周期性パルス電圧が加わる電気回路を設定する。本実施形態では、スイッチング電源のスイッチングFETのスナバ回路を使用した。

【0015】次に、ステップS1で、コンデンサの選択をする。本実施形態では、容量値が1000pF、定格電圧がDC500Vのセラミックコンデンサを選択した。

【0016】次に、ステップS2で、セラミックコンデンサに加わる正弦波以外の周期性パルス電圧 $V(t)$ の波形を設定する。本実施形態では、セラミックコンデンサ両端に加わるパルス電圧 $V(t)$ の波形をオシロスコープで測定し、周波数が100kHz、peak to peak値 $V(p-p)$ が350Vの台形波を得た (図2参照)。

【0017】次に、ステップS3で、セラミックコンデンサの両端に加わる周期性パルス電圧 $V(t)$ の波形をフーリエ展開する。つまり、一定の周期をもつ非正弦波であるパルス電圧 $V(t)$ を、以下の (1) 式のように、高次の周波数成分の正弦波と余弦波の級数にフーリエ展開する。

【0018】

※合、等価回路はコンデンサ C と等価直列抵抗 r の直列接続となる。そして、コンデンサの静電容量を C (F)、等価直列抵抗を r (Ω)、インピーダンスを Z (Ω)、位相角を δ とすれば、高周波正弦波電圧の角速度が ω (rad/s) の場合、以下の (2) 式が成立する。

【0020】

【数1】

40★【0022】従って、(2) 式と (3) 式より、以下の (4) 式が求まる。

【0023】

【数2】

において、 T は n 次高調波成分の周期であり、 $T = 2\pi/n\omega$ である。

【0025】

【数3】

$$n \text{ 次の余弦波成分の } V_{rms} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T \{a_n \cdot \cos(n\omega t)\}^2 dt} = \frac{a_n}{\sqrt{2}} \cdots (5)$$

$$n \text{ 次の正弦波成分の } V_{rms} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T \{b_n \cdot \sin(n\omega t)\}^2 dt} = \frac{b_n}{\sqrt{2}} \cdots (6)$$

【0026】従って、 n 次高調波成分の皮相電力 P_{a_n} * $a_n \delta$ (誘電正接) である。
 は、(4) 式、(5) 式および(6) 式により、以下の 【0027】
 (7) 式で表される。ここで、 C_n および $\tan \delta_n$ は n 【数4】
 次高調波 ($=n\omega$) におけるコンデンサの静電容量と \tan

$$P_{a_n} = \frac{n\omega C_n}{\sqrt{1+(\tan \delta_n)^2}} \left\{ (n \text{ 次の余弦波成分の } V_{rms})^2 + (n \text{ 次の正弦波成分の } V_{rms})^2 \right\}$$

$$= \frac{n\omega C_n}{2\sqrt{1+(\tan \delta_n)^2}} (a_n^2 + b_n^2) \cdots (7)$$

【0028】また、周期性パルス電圧 $V(t)$ の基本周 ※【0029】
 波数を f とすると、 $\omega = 2\pi f$ であるから、(7) 式に 【数5】
 代入することにより、以下の(8) 式が得られる。 ※

$$P_{a_n} = \frac{n2\pi f C_n}{2\sqrt{1+(\tan \delta_n)^2}} (a_n^2 + b_n^2) = \frac{n\pi f C_n (a_n^2 + b_n^2)}{\sqrt{1+(\tan \delta_n)^2}} \cdots (8)$$

【0030】一般に、コンデンサの絶縁抵抗値は、10
 0M Ω 以上と非常に高く、直流成分 V_0 による皮相電力
 は無視することができる。従って、周期性パルス電圧 V
 (t) の皮相電力 P_a は、以下の(9) 式のように、各
 高調波における皮相電力 P_{a_n} の総和で求められる。

【0031】

【数6】

$$P_a = \sum_{n=1}^{\infty} P_{a_n} = \pi f \sum_{n=1}^{\infty} \frac{n C_n (a_n^2 + b_n^2)}{\sqrt{1+(\tan \delta_n)^2}} \cdots (9)$$

【0032】本実施形態では、表1に示すように、第3

1次高調波(3100kHz)までの皮相電力 P_{a_n} の
 総和を計算し、約31.91(VA)を得た。但し、表
 1において、 a_n は n 次の余弦波の項の振幅であり、 b_n
 は n 次の正弦波の項の振幅である。なお、表1には、各
 周波数におけるセラミックコンデンサの静電容量と誘電
 正接の値も併せて記載している。図3は、フーリエ展開
 により求めた第31次高調波までの余弦波成分と正弦波
 成分と直流成分 $V_0 = 162.8$ V とを合成した波形を
 示すグラフである。

【0033】

【表1】

表 1

n	周波数 [kHz]	静電容量 [pF]	tan δ	電圧 [V]		皮相電力 [VA]
				a _n	b _n	
1	100	967.662	0.010942	13.2	220.4	14.8221
2	200	965.665	0.016994	-23.4	4.3	0.3434
3	300	962.104	0.022510	11.3	67.6	4.2633
4	400	958.581	0.026769	-20.8	7.6	0.5919
5	500	952.766	0.033188	8.3	35.1	1.9409
6	600	951.956	0.033834	-17.6	9.3	0.7079
7	700	947.161	0.038656	5.0	21.0	0.9725
8	800	947.161	0.038656	-14.5	9.5	0.7171
9	900	941.823	0.042698	2.3	13.8	0.5224
10	1000	937.472	0.046752	-12.2	8.9	0.6707
11	1100	936.455	0.047324	0.4	9.7	0.3066
12	1200	936.455	0.047324	-10.6	8.1	0.6240
13	1300	936.455	0.047324	-1.0	7.1	0.1949
14	1400	936.455	0.047324	-9.4	7.3	0.5828
15	1500	936.455	0.047324	-2.0	5.1	0.1347
16	1600	936.455	0.047324	-8.4	6.6	0.5372
17	1700	936.455	0.047324	-2.9	3.7	0.1128
18	1800	936.455	0.047324	-7.6	5.8	0.4805
19	1900	936.455	0.047324	-3.7	2.8	0.1201
20	2000	936.455	0.047324	-6.9	4.9	0.4213
21	2100	936.455	0.047324	-4.3	2.1	0.1409
22	2200	936.455	0.047324	-6.4	4.0	0.3734
23	2300	936.455	0.047324	-4.7	1.5	0.1634
24	2400	936.455	0.047324	-6.1	3.3	0.3397
25	2500	936.455	0.047324	-5.0	1.0	0.1885
26	2600	936.455	0.047324	-5.8	2.6	0.3095
27	2700	936.455	0.047324	-5.3	0.5	0.2251
28	2800	936.455	0.047324	-5.5	1.9	0.2738
29	2900	936.455	0.047324	-5.7	0.1	0.2732
30	3000	936.455	0.047324	-5.1	1.0	0.2412
31	3100	936.455	0.047324	-5.9	0.0	0.3175
皮相電力 P _a (Σ P _{a_n})						31.9132

【0034】次に、ステップS5で、得られた皮相電力 P_a が、該コンデンサの予め規定している許容電力範囲内か否かを判定する。範囲内であれば、このセラミックコンデンサはスイッチング電源のスイッチングFETのスナバ回路に使用可能と判断して、ステップS6に進み、このセラミックコンデンサを選定する。

【0035】一方、許容電力範囲外であれば、このセラミックコンデンサはスナバ回路に使用不可能と判断し、ステップS7で、別の仕様のセラミックコンデンサを再選択する。そして、新たに選択したセラミックコンデンサの静電容量と誘電正接を用いて、再びステップS4で皮相電力 P_a を計算する。

【0036】以上の方法により、台形波を有する周期性パルス電圧 V(t) が加わるスナバ回路に用いられるセラミックコンデンサを通過する皮相電力 P_a を、誤差を伴う実際のスナバ回路でのコンデンサの自己発熱温度の測定、および、電圧や電流の実効値の計算をすることなく求めることができる。従って、セラミックコンデンサ

を通過する皮相電力 P_a の測定にかかる時間を大幅に短縮することができる。

【0037】また、図4は、コンデンサに関する皮相電力を計算するためのプログラムを記録した記録媒体としてのフロッピー（登録商標）ディスク10を示す。ただし、フロッピーディスク以外に、CD-ROMなどであってもよいことは言うまでもない。コンピュータ20は、フロッピーディスク10に記録されているコンデンサに関する皮相電力計算プログラムを、内蔵しているCPUに転送し、演算する。以下に、プログラムの一例を詳細に説明する。

【0038】フロッピーディスク10には、複数のコンデンサの品名と、これらのコンデンサの許容電力、並びに、静電容量と誘電正接の電圧特性および周波数特性のデータと、正弦波以外の任意の周期性パルス電圧の波形を設定することができるプログラムと、図1のフローチャートに示されたコンデンサを通過する皮相電力の測定方法およびコンデンサ選定方法のプログラムなどが記録

されている。

【0039】まず、コンピュータ20のキーボードやマウス等の入力装置を使って、理論設計または実際の回路に使用しようと思っているコンデンサの品名を入力する(図1のフローチャートのステップS1)。次に、このコンデンサに加わる電圧の波形を、キーボードやマウス等の入力装置を使って設定する。電圧波形は、コンピュータ20に直接又はネットワークを通じて接続された測定器から直接取り込むことや、測定器のデータを保存したフロッピーディスクに代表される記録媒体を介して入

力してもよい(図1のフローチャートのステップS2)。
【0040】次に、ディスプレイの画面の「皮相電力計算開始ボタン」を押して、図1のフローチャートのステップS3のフーリエ展開およびステップS4の皮相電力を、コンピュータ20のCPUに演算させる。このとき、フロッピーディスク10に記録されている各コンデンサの静電容量と誘電正接の電圧特性および周波数特性のデータが、コンピュータ20のCPUに転送され、演算に利用される。

【0041】次に、コンデンサを通過する皮相電力(計算値)と、予めフロッピーディスクに記録されているコンデンサの許容電力の範囲にこの皮相電力(計算値)がおさまっているか否かの判定結果とが、ディスプレイの画面に表示される(図1のフローチャートのステップS5)。

【0042】仮に、コンデンサを通過する皮相電力(計算値)が該コンデンサの許容電力の範囲外であれば、このコンデンサは使用不可能と判断され、再び、コンピュータ20の入力装置を使って、別の仕様のコンデンサの品名を入力する(図1のフローチャートのステップS7)。そして、新たに選択したコンデンサの静電容量と誘電正接と許容電力のデータを用いて、再び皮相電力を計算し、判定する(図1のフローチャートのステップS4、S5)。

【0043】こうして、所望の回路に使用することができるコンデンサを選定することができる(図1のフロー

チャートのステップS6)。

【0044】なお、本発明は前記実施形態に限定するものではなく、その要旨の範囲内で種々に変更することができる。特に、前記実施形態はセラミックコンデンサを例にして説明しているが、静電容量と誘電正接の電圧特性および周波数特性がわかるならば、コンデンサの種類は問わない。さらに、周期性パルス電圧は、非正弦波であればその波形は任意であり、例えば台形波、方形波、ノコギリ波などであってもよい。

【0045】

【発明の効果】以上の説明から明らかなように、本発明によれば、正弦波以外の任意の周期性パルス波形を有する電圧が加わる電気回路に用いられるコンデンサを通過する皮相電力を、コンデンサ両端に加わる周期性パルス電圧の波形とコンデンサの静電容量および誘電正接とから算出することができる。従って、実際の回路でのコンデンサの自己発熱温度の測定、および、コンデンサに加わる電圧の実効値やコンデンサに流れる電流の実効値を用いた計算をしなくてもよくなり、コンデンサを通過する皮相電力を短時間で、精度良く、かつ安定して求めることができる。また、実際の電気回路がなくても、任意に設定した周期性パルス電圧でのコンデンサを通過する皮相電力を求めることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係るコンデンサに関する皮相電力の測定方法およびコンデンサ選定方法の一実施形態を示すフローチャート。

【図2】コンデンサに加わる電圧の波形の一例を示すグラフ。

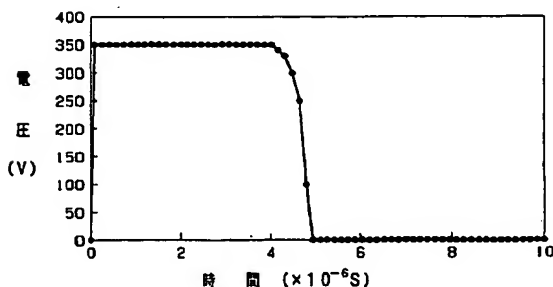
【図3】図2に示した電圧波形をフーリエ展開して、直流成分と第31次高調波までの余弦波成分と正弦波成分とを合成した波形を示すグラフ。

【図4】本発明に係るコンデンサに関する皮相電力の計算プログラムを記録した記録媒体の一実施形態を示す概略構成図。

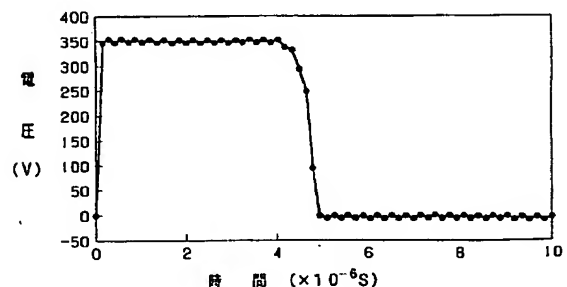
【符号の説明】

10…フロッピーディスク

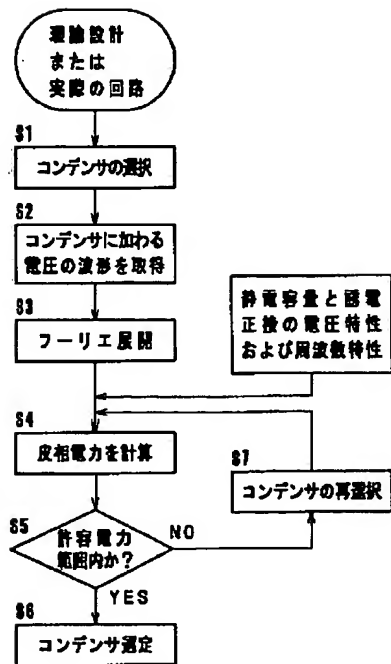
【図2】



【図3】



【図1】



【図4】

